

Julián KONDELA¹, Blažej PANDULA², Ladislav TOMETZ³, Tibor SASVÁRI⁴

**VPLYV LITOLOGICKÉHO PROSTREDIA NA ŠÍRENIE A ÚTLM INDUKOVANÝCH
SEIZMICKÝCH OTRASOV**

**INFLUENCE OF GEOLOGICAL ENVIRONMENTS ON PROPAGATION AND ATTENUATION
OF GENERATED SEISMIC VIBRATIONS**

Abstract

Secondary generated seismic waves, which are used in near seismic survey of upper parts of Earth crust at the present, can evoked unfavourable fall on buildings and others engineering constructions. For all that it is needed experimental measurement and monitoring. In year 2006, company Nafta a. s. realized seismic survey in south part of East Slovak Basin and northern part of Viennese Basin. Measurements of seismic effects on engineering object were carried out during survey time. These results suggested possible negative impact invocation of seismic vibration. Law of seismic wave absorption was defined from experimental measurements. Presentation suggests measurement methodology and documents contrast in velocity of extension wave in different geological environments.

Key works: seismic waves, absorption law, East Slovak Basin, Viennese Basin

Úvod

Umelé vyvolané seizmické vlny prinášajú popri svojom pozitívnom účinku pri geofyzikálnom prieskume aj negatívne účinky, ktoré v závislosti od ich rozsahu ohrozujú objekty nachádzajúce sa v blízkosti uskutočňovaných prieskumných prác (Dojčár et al., 1996; Janotka et al. 1997). S rastúcou vzdialenosťou, ktorú chceme pomocou seizmických vln preskúmať, rastie aj intenzita kmitania seizmických vln, ktoré sa šíria prostredníctvom prenosového prostredia. Experimentálne overenie týchto škodlivých účinkov a stanovenie seizmickej bezpečnosti inžinierskych diel a objektov je v súčasnej dobe aktuálny problém, ktorý rieši inžinierska seizmika (Blaško, 1995; Dojčár & Pandula, 1998; Janotka & Viskup, 1998). Zdroje umelých seizmických otrasov môžu mať v súčasnosti rôzny pôvod (Janotka & Viskup, 1997; Leššo, 2004). Na lokalitách Malý Horeš, Zemplínska Široká a Šaštín Stráže (obr.1) boli seizmické otrasy indukované špeciálnymi geofyzikálnymi vibrátormi *typu Vibroseiz* firmy GES (obr.1), ktoré sa používajú pri hĺbkovom geofyzikálnom prieskume na vyhladávanie ložísk uhľovodíkov.

Geologická stavba sledovaných lokalít

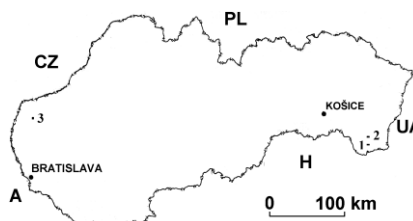
Horninové podložie na všetkých troch študovaných lokalitách, kde boli uskutočnené experimentálne merania, bolo tvorené neogénnymi a kvartérnymi sedimentárnymi horninami. Podľa geologickej mapy južnej časti Východoslovenskej nížiny (Baňacký et al., 1988) sa na tvorbe povrchu hodnoteného terénu v oblasti Malého Horeša podieľajú hlavne eolické sedimenty vo forme jemnozrnných pieskov kvartérneho veku (würm – holocén). Ich hrúbka sa pohybuje v rozmedzí 10 až 15 m.

¹ Mgr. Phd., Katedra geológie a mineralógie, F BERG Technická univerzita Košice, Park Komenského 19, Košice, julian.kondela@tuke.sk

² Doc., RNDr., Phd., Katedra geológie a mineralógie, F BERG Technická univerzita Košice, Park Komenského 19, Košice, blazej.pandula@tuke.sk

³ Ing., Phd., Katedra geológie a mineralógie, F BERG Technická univerzita Košice, Park Komenského 19, Košice

⁴ Prof., Ing., CSc., Katedra geológie a mineralógie, F BERG Technická univerzita Košice, Park Komenského 19, Košice, tiber.sasvari@tuke.sk



Obr.1 Vľavo pozícia študovaných lokalít. 1-Malý Horeš, 2-Zemplínska Široká, 3-Šaštín-Stráže. Vpravo geofyzikálne vibrátory typu Vibroseiz firmy GES na lokalite Šaštín-Stráže.

Na geologickej stavbe Zemplínskej Širokej a jej okolia sa podieľajú kvartérne a neogénne sedimenty. Kvartér je reprezentovaný eolickými sedimentmi vo forme spraši a sprašových hĺn, prípadne naviatych jemnozrnných pieskov. Hrúbka kvartéru je prevažne do 30 m (Baňacký et al., 1987). Neogén je tvorený sedimentmi čechovského súvrstvia s prevahou sivých a pestrých ílov, prachov, pieskov, štrkov a tufitov. Prevažne ide o nižší panón a pliocén.

Na geologickej stavbe záujmového územia Šaštín Stráže a jeho okolia sa podľa Baňackého et al. (1996) podieľajú neogénne sedimentárne horniny a kvartérne sedimentárne horniny holocénného veku. Neogén v území vystupuje v podobe sivých vápnitých ílov, miestami piesčitých so striedaním sa pieskov a ílov (záhorské súvrstvie). Ďalej tu vystupujú sivé piesčité vápnité íly s polohami sivých a sivobielych pieskov a rozpadavé pieskovce s pevnými lavicami (holičské súvrstvie). Kvartér je v území zastúpený eolickými jemno až strednozrnnými pieskami a eolickými jemnopiesčitými sprašami a sprašovými hlinami. Jeho hrúbka na študovanej lokalite nepresahuje 15 m.

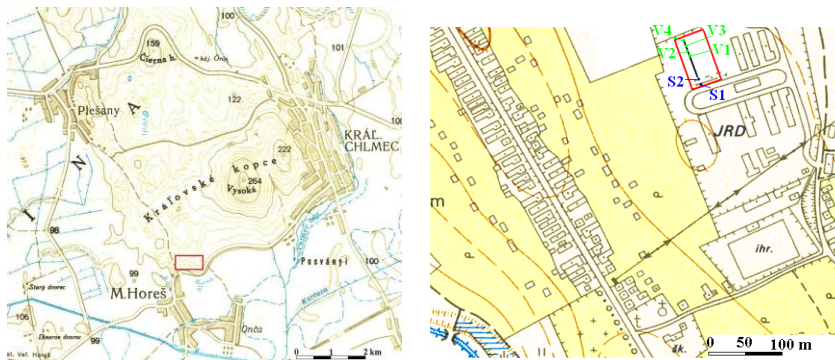
Metodika merania

Pre meranie seizmických účinkov boli použité digitálny štvorkanálový seizmograf UVS 1504 a seizmosnímače švédskej firmy Nitro Consult. Seizmograf poskytuje digitálny a grafický záznam všetkých troch zložiek rýchlosti kmitania častíc prostredia, horizontálna pozdĺžna – v_x , horizontálna priečna – v_y , vertikálna – v_z . Seizmograf UVS 1504 pracuje autonómne, automaticky uskutočňuje test kanálov bez zásahu a vplyvu operátora do nameraných a zaregistrovaných charakteristík kmitania. Seizmograf UVS 1504 má AD prevodník s automatickým 14 bitovým dynamickým rozsahom, ktorý zodpovedá $0,05 \div 250 \text{ mm.s}^{-1}$. Pre tieto merania boli použité elektrodynamické UVS geofóny s frekvenčným rozsahom $1 \div 1000 \text{ Hz}$ a citlivosťou 20 mV/mm.s^{-1} (S1) a $16,6 \text{ mV/mm.s}^{-1}$ (S2).

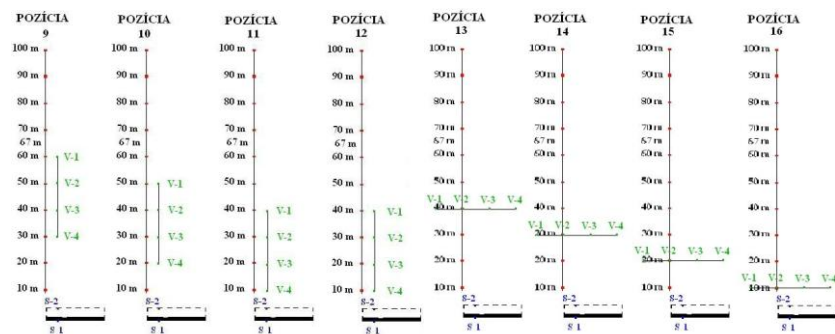
Prvé merania sa uskutočnili na severnom okraji obce Malý Horeš (obr. 2). Zdrojom seizmických vln boli štyri vibrátory (V1, V2, V3, V4), ktoré boli zosynchronizované. Pracovali s vysokým prítlakom (cca 14 ton). Vibrátory generovali impulzy s plynulo sa zvyšujúcimi frekvenciami od najnižšej 12 Hz po najvyššiu 105 Hz a dĺžkou trvania impulzov 12 s. Bolo vykonaných 23 meraní v šiestich zmenených meracích pozíciách vibrátorov oproti snímačom.

Druhé merania boli uskutočnené v obci Zemplínska Široká v priestore bývalého JRD (obr. 2). Zdrojom seizmických vln boli štyri vibrátory (V1, V2, V3, V4), ktoré boli zosynchronizované. Pracovali s vysokým prítlakom (cca 14 ton). Vibrátory generovali impulzy s plynulo sa zvyšujúcimi frekvenciami od najnižšej 12 Hz po najvyššiu 105 Hz a dĺžkou trvania impulzov 10 s. Bolo vykonaných 46 meraní v 16 tich zmenených pozíciách vibrátorov oproti snímačom. Pri tomto meraní boli snímače umiestnené na základe múru a ostatku obvodového múru hospodárskej budovy aby bolo

možné presne posúdiť dopady na inžinierske diela. Snímače boli na jednom mieste. Menili sa postavenia vibrátorov na profile (obr. 3).



Obr.2 Pozícia miest merania je vyznačená červeným obdĺžnikom. Vľavo Zemplínska Široká v priestore bývalého JRD (čiernou čiarou je vyznačený merací profil, po ktorom sa zoraďovali vibrátory (V1, V2, V3, V4) do jednotlivých pozícií, modrou je vyznačená pozícia snímačov S1 a S2), vpravo okraj obce Malý Horeš.

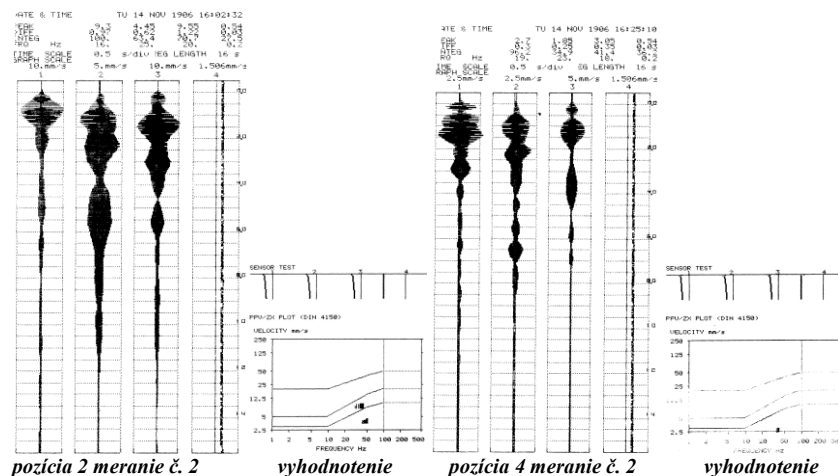


Obr.3 Schémy zobrazenia rozostavenia vibrátorov (V1, V2, V3, V4) a snímačov (S1 a S2) na lokalite Zemplínska Široká v smere meracieho profilu pri pozíciách merania č. 9 až 12, a kolmo na profil pri pozíciách merania č. 13 až 16. Snímač S1 bol umiestnený na betónovom základe budovy. Snímač S2 bol umiestnený na zvyšku obvodového múru sledovanej budovy vo výške 0,95 m nad terénom. Vzdialenosť medzi snímačmi bola 6,14 m.

Tretia séria meraní sa uskutočnila severne od obce Šaštín Stráže. Zdrojom seizmických vĺn boli štyri vibrátory (V1, V2, V3, V4), ktoré boli zosynchronizované. Pracovali s vysokým tlakom (cca 20 ton). Vibrátory generovali impulzy s plynulo sa zvyšujúcimi frekvenciami od najnižšej 12 Hz po najvyššiu 96 Hz a dĺžkou trvania impulzov 16 s. Bolo vykonaných 33 meraní v 18 tich zmenených pozíciách vibrátorov oproti snímačom. Menila sa pozícia snímačov. Vibrátory ostávali na jednom mieste, zmenili postavenie len voči profilu.



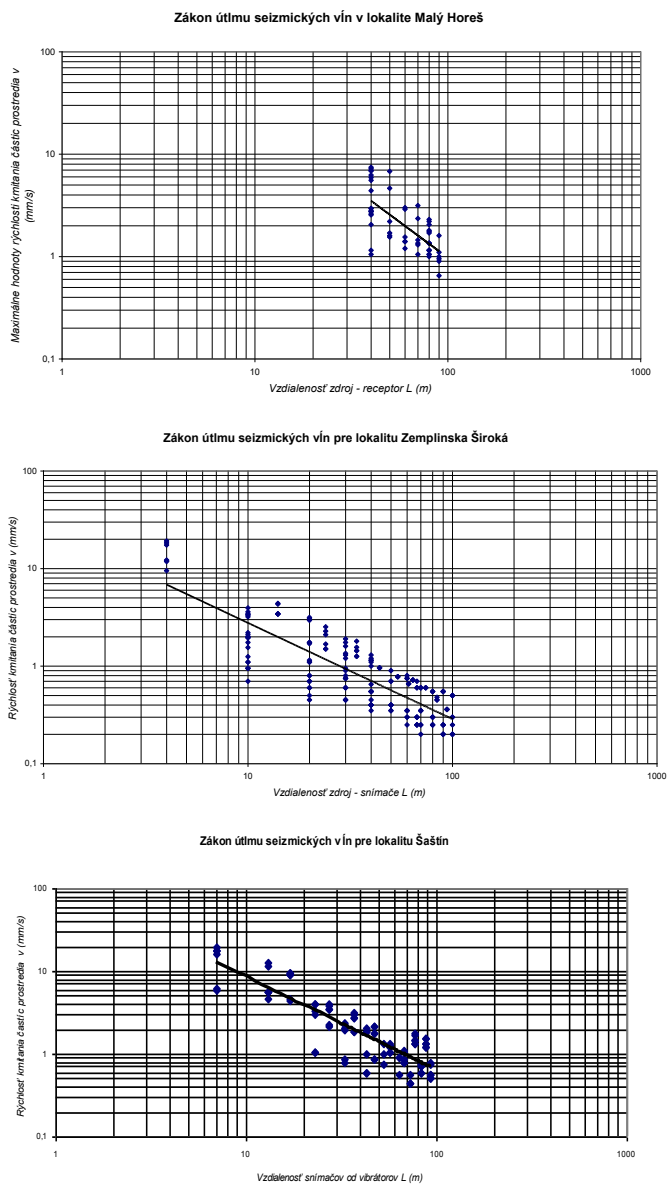
Obr.4 Vľavo schémy rozostavenia vibrátorov (V1, V2, V3, V4) kolmo na merací profil a snímača S v pozíciách č. 6 až č. 9. Vpravo schémy rozostavenia vibrátorov (V1, V2, V3, V4) paralelne na merací profil a snímača S v pozíciách č. 10 až č. 13. Snímač S bol umiestnený na kovovej platničke.



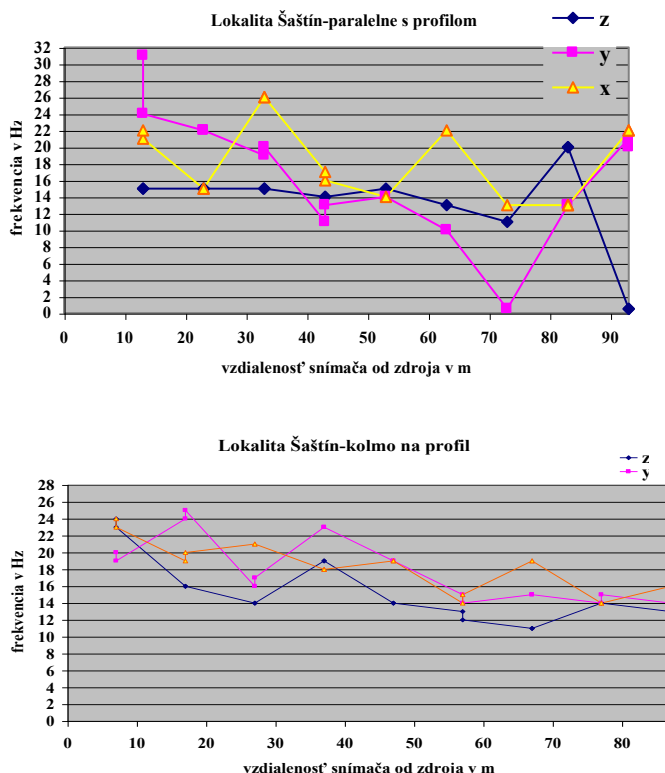
Obr.5 Príklad grafického záznamu a grafického vyhodnotenia merania na lokalite Šaštín Stráže na pozícii 2 meranie č. 2 a na pozícii 4 meranie č.2.

Vyhodnotenie výsledkov merania

Na základe údajov získaných z grafických výstupov jednotlivých meraní (obr. 5) bola zostrojená grafická závislosť zložiek rýchlosti kmitania na vzdialenosti. Grafy na obr. 6 predstavujú tzv. zákon útlmu seizmických vln pre lokality Malý Horeš, Zemplínska Široká a Šaštín Stráže. Charakterizujú šírenie seizmických vln v závislosti na geologických pomeroch v uvedených lokalitách. Pre zaistenie potrebného počtu nameraných údajov pre matematicko štatistické spracovanie, boli na jednotlivých meracích stanoviskách opakované merania. Tieto opakované merania boli uskutočnené preto, aby bol čo najviac eliminovaný náhodný charakter nameraných údajov.

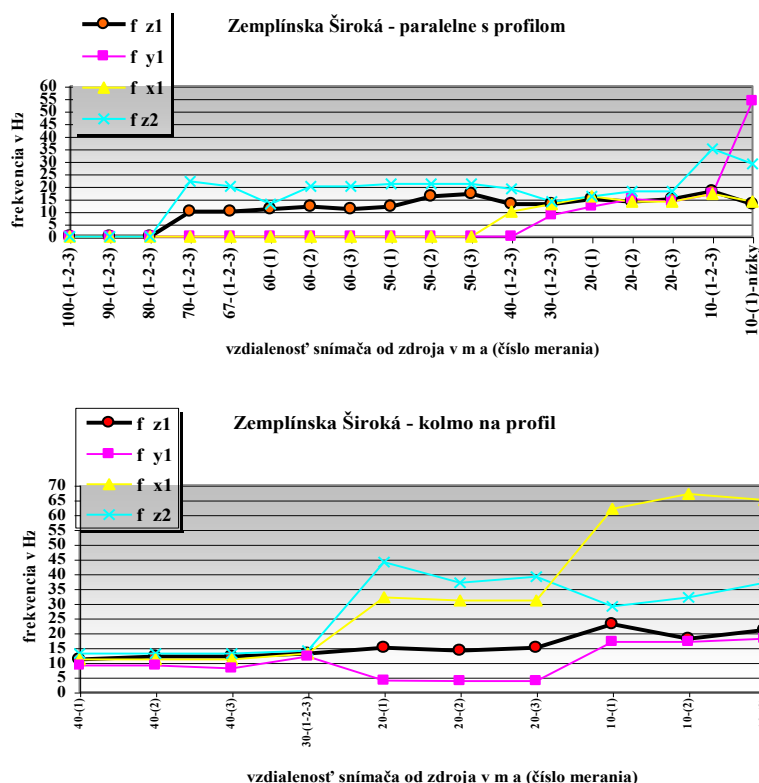


Obr.6 Grafická závislosť maximálnych zložiek rýchlosti kmitania na vzdialenosti t. j. zákon útlmu seizmických vln pre lokality Malý Horeš, Zemplínska Široká a Šaštín Stráže.



Obr.7 Graf rozsahu frekvencií jednotlivých zložiek rýchlosti kmitania v závislosti od zmeny vzdialenosti medzi zdrojom vlnenia a snímačom v lokalite Šaštín Stráže.

Zo zákona útlmu seizmických vln je možné jednoznačne stanoviť vzdialenosť zdrojov vibrácií od stavebných objektov a iných typov inžinierskych diel tak, aby nedošlo k akémukoľvek poškodeniu vplyvom účinkov vibrácií. Z priebehu grafických závislostí (obr. 6) vyplývajú nerovnaké podmienky pre útlm seizmických vln v jednotlivých litologických typoch prostredia. Viate piesky na lokalite Malý Horeš vykazujú väčší útlm, teda kladú väčší odpor šíreniu seizmických vln ako spraše, v ktorých bol vypočítaný útlm menší. Naopak, rýchlosti šírenia seizmických vln vo viatych pieskoch boli viac ako päťnásobne vyššie ako v litologickom prostredí spraší. Frekvencie namerané v lokalite Šaštín Stráže (obr. 7), boli vyššie, ako frekvencie namerané v rovnakých vzdialenostiach na lokalite Zemplínska Široká (obr. 8). Taktiež útlm frekvencií so vzdialenosťou bol u spraší väčší (obr. 8), ako pri viatych pieskoch (obr. 7). Prejavilo sa to pri oboch polohách vibrátorov voči profilu merania. V prípade rozloženia vibrátorov kolmo na meraný profil, boli výsledky jednoznačnejšie, ako v prípade rozloženia vibrátorov parallelne s profilom. To znamená, že viate piesky umožnili prenos vyšších frekvencií ako spraše. V litologických podmienkach spraší boli frekvencie zložiek rýchlosti kmitania v_x a v_y úplne utlmené (boli pod hranicou citlivosti geofónov).



Obr.8 Graf rozsahu frekvencií jednotlivých zložiek rýchlosti kmitania v závislosti od zmeny vzdialenosti medzi zdrojom vlnenia a snímačom v lokalite Zemplínska Široká.

Záver

Na lokalite Malý Horeš, Šaštín Stráže a v priestore bývalého PD v Zemplínskej Širokej boli vykonané merania vplyvu indukovaných seizmických otrasov, ktoré poskytli podklady pre posúdenie ich vplyvu na inžinierske diela – stavebné objekty individuálnej bytovej výstavby, poľnohospodárske a líniové stavby.

Experimentálne bolo preukázané, že rozdielne geologické prostredie má vplyv na rýchlosť a frekvenciu šírenia sa seizmických vln. Zo zákona útlmu seizmických vln vyplýva, že rozhodujúcim fenoménom pre útlm je litologická výplň prostredia, ktorým seizmické vlnenie postupuje. Poznanie a stanovenie charakteristík zákona útlmu seizmických vln jednotlivých litologických typov môže výrazne ovplyvniť rozhodovanie o výstavbe infraštruktúry a iných inžinierskych diel v terénoch, v ktorých hrozí zvýšená umelo vybudovaná seizmicita prostredia.

Príspevok vznikol v rámci riešenia projektu: Metodológia seizmiky trhacích prác. VEGA 1/3295/06.

Literatúra

- [1] Baňacký, V., Vass, D., Kaličiak, M., Remšík, A., & Pospíšil, L. (1987): Vysvetlivky ku geologickej mape severnej časti Východoslovenskej nížiny 1:50 000. GÚDŠ, Bratislava, 117s.
- [2] Baňacký, V., Elečko, M., Kaličiak, M., Lexa, J., Straka, P., Vass, D., Vozár, J. & Vozárová, A. (1988): Geologická mapa južnej časti Východoslovenskej nížiny a Zemplínskych vrchov. GÚDŠ Bratislava.
- [3] Blaško, F. (1995): Variantné riešenie praktického využitia zvukomerného zariadenia Bison z ekologického hľadiska. Zborník referátov VLA Košice, Štrbské pleso, s.216-219.
- [4] Dojčár, O. et al. (1996): Trhacia technika. Montanex Ostrava, 421 s.
- [5] Dojčár, O. & Pandula, B. (1998): Výskum technickej seizmicity v lome VSŽ Včeláre, Výskumná správa, TU Košice.
- [6] Janotka, V., Viskup, J. & Bukov, D. (1997): Rock environment geological models for accelerogram and seismic response spectra computation. Proceedings of the 3rd International Conference „Soil-Structure Interaction“. Slovak Technical University, Department of Geotechnics, p. 27-32.
- [7] Janotka, V. & Viskup, J. (1997): Seismic hazard in the area of the G/N project with special regard to the postulated Gyor-Becske seismogenic zone. Counter- Memorial of the Slovak Republic. Part II. Annexes. Scientific evaluation of the Gabčíkovo-Nagymaros Barrage system and variant C. International Court of Justice, Haag, Netherlands, p. 198-211.
- [8] Janotka, V. & Viskup, J. (1998): Engineering geological zoning and seismic microzoning. Proceedings of the 2nd International Conference on Seismology and Earthquake Engineering. (SEE-2), IIEES Tehran, I.R.Iran, Vol.1, p.233-240.
- [9] Leššo, I. (2004): Teória signálov pre priemyselnú informatiku. 1.vyd. Košice: TU, 316 s.
- [10] Matula, M. et al. (1989): Atlas inžinierskogeologických máp SSR 1:200 000. KIG PriF UK a GÚDŠ Bratislava.
- [11] Mazúr, E. et al. (2002): Geomorfologické členenie, in Miklós ed., 2002: Atlas krajiny Slovenskej republiky, MŽP a SAŽP Bratislava.